

ULTRASONIC THERAPEUTIC APPARATUS

Publication number: JP2000126197

Publication date: 2000-05-09

Inventor: FUJIMOTO KATSUHIKO; AIDA SATOSHI

Applicant: TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO

Classification:

- international: **A61B17/22; A61B18/00; A61F7/00; A61B17/22; A61B18/00; A61F7/00; (IPC1-7): A61B18/00; A61B17/22; A61F7/00**

- European:

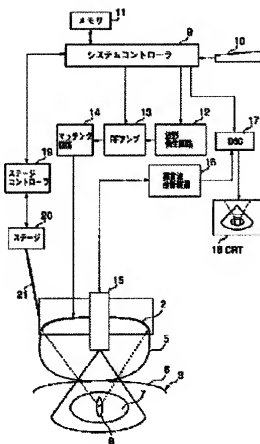
Application number: JP19980304080 19981026

Priority number(s): JP19980304080 19981026

Report a data error here

Abstract of JP2000126197

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize the optimum irradiation so as not to damage a caution area by specifying a positional relationship between the positions of an ultrasonic focus and a caution area to determine making power and irradiation time according to a function of an intensity value at the p positions of the ultrasonic focus and the caution area as given based on the positional relationship. **SOLUTION:** In the treatment, an applicator is placed on a patient 3 laid on the side and a coupling film 5 thereof is kept in contact with a body surface 6 through an ultrasonic gel or the like. Then, a tomographic image containing an affected part 7 is reconstructed by an ultrasonic diagnostic instrument 16 based on a reflected wave signal from the patient 3 obtained by an ultrasonic probe 15 and the position of an ultrasonic focus 8 of a piezoelectric element 2 is displayed on a CRT 18 in superimposition on the reconstructed image through a DSC 17 to adjust the applicator for positioning. Thereafter, the position of the body surface of the patient and other positions of caution areas are specified to determine the making power and irradiation time according to a function of intensity values at the focus position and the caution area positions based on the positions thereby controlling the excitation of the piezoelectric element 2.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
A 6 1 B 18/00		A 6 1 B 17/36	3 3 0 4 C 0 6 0
17/22	3 3 0	17/22	3 3 0 4 C 0 9 9
A 6 1 F 7/00	3 2 2	A 6 1 F 7/00	3 2 2

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願平10-304080	(71) 出願人	000003078 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区瀬川町72番地
(22) 出願日	平成10年10月26日(1998.10.26)	(72) 発明者	藤本 克彦 栃木県大田原市下石上1385番の1 株式会社 社東芝那須工場内
		(72) 発明者	相田 聡 栃木県大田原市下石上1385番の1 株式会社 社東芝那須工場内
		(74) 代理人	100058479 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

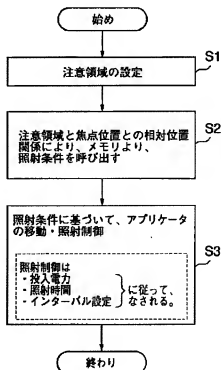
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波治療装置

(57) 【要約】

【課題】焦点組織に所望の熱変性を惹起し且つ注意領域を損傷させない、最適な照射を実現できる、安全性の高い超音波治療装置を提供する。

【解決手段】操作者の支持又は自動にて、超音波焦点位置と注意領域位置との位置関係を与え、この位置関係に基づきメモリ11に記憶してある超音波焦点位置及び注意領域位置での強度値の関数を求め、システムコントローラ9にて、該関数に投入電力及び照射時間を決定し、該決定に従い波形発生回路12に対して指令を与える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】超音波発生源から照射された超音波を被検体治療部位に集束させて治療を行う超音波治療装置において、

超音波焦点位置と注意領域位置との位置関係を与える手段と、

この位置関係に基づき与えられる該超音波焦点位置及び注意領域位置での強度値の関数に従って、投入電力及び照射時間を決定する照射条件決定手段とを具備することを特徴とする超音波治療装置。

【請求項2】前記照射条件決定手段は、前記焦点変性条件及び注意領域非変性条件を予めメモリ上に保存し、該メモリからデータを呼び出すことにより前記照射条件を算出し及び決定することを特徴とする請求項1に記載の超音波治療装置。

【請求項3】治療に先立って焦点変性条件及び注意領域非変性条件を算出して保存する手段を具備し、該保存した焦点変性条件及び注意領域非変性条件に基づき治療の際の前記照射条件を算出し及び決定することを特徴とする請求項1に記載の超音波治療装置。

【請求項4】前記設定された投入電力及び照射時間に対する必要インターバル時間を算出する手段を更に具備することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか一項に記載の超音波治療装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、超音波を使用して生体内の腫瘍などを治療する超音波治療装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、MIT (Minimally Invasive Treatment) とよばれる最少侵襲治療の流れが医療の各分野で注目を集めている。一例としては、結石症の治療に体外から強力超音波を照射し、無侵襲的に結石を破砕治療する結石破砕装置の実用化が挙げられ、泌尿器系結石の治療法を大きく様変わりさせた。

【0003】この結石破砕装置に使用される強力超音波発生源の方式には、水中放電方式、電磁誘導方式、微小爆発方式、ビエソ方式等がある。特にビエソ方式強力超音波発生源を用いた装置では、強力超音波の圧力は小さいという短所があるものの、小焦点でありかつ消耗品がなくて強力超音波圧力を任意にコントロールできること、及び、複数のビエソ素子に印加する駆動電圧を位相制御することで焦点位置を任意にコントロールできること等、優れた長所がある（特開昭60-145131号公報、米国特許明細書第4526168号）。

【0004】また、特に悪性新生物、いわゆる癌の場合には、その治療の多くを外科的手法に頼っている現状から、本来その臓器が持つ機能や外見上の形態を大きく損なう場合が極めて多い。このため、生命を長らえたとし

ても患者にとって大きな負担が残ることから、QOL (Quality Of Life) を考慮したより低侵襲な治療法（装置）の開発が強く望まれている。

【0005】従来、手術、放射線療法及び化学療法（抗癌剤）が癌の3大療法であるが、上述のような低侵襲治療の流れの中で、新しい癌治療技術の1つとして熱を利用した治療法が注目を浴びようになっている。その著名な例がハイパーサーミア治療である。

【0006】ハイパーサーミア治療は、腫瘍組織と正常組織の熱感受性の違いを利用して、癌を42.5〜43℃以上に加温及び維持することで、癌細胞のみを選択的に死滅させる治療法である。

【0007】加温の方法としては、マイクロ波等の電磁波を用いる方法が先行しているが、この方法では生体の電気的特性により深部の腫瘍を選択的に加温することは困難であり、深さ5cm以上の腫瘍に対しては良好な治療成績は望めない。

【0008】また近年、電磁波エネルギーの深達性の悪さを改善するためにマイクロ波/RF波アンテナを術中及び腹腔鏡下又は経皮的に患部に刺し、アンテナ周辺の温度を60℃以上に加熱することで、局所的治療効果を向上させた新しい治療法が脚光を浴びている（磯田他：J. Microwave Surgery）。

【0009】しかし、この治療法も臓器への穿刺を要するため、従来の手術療法よりは低侵襲であるが、穿刺に伴う出血や播種（転移）等の副作用があるといった問題点もある。

【0010】これら従来法の問題点を解決すべく、エネルギーの集束性が良く、且つ、深達度が高い超音波エネルギーを利用して深部腫瘍を体外から加熱治療する方法が提案されている（特開昭61-13955号公報）。

【0011】また、前述の加熱治療法を更に進めて、ビエソ素子より発生した超音波を患部に鋭く集束させて腫瘍部分を80℃以上に加熱し、腫瘍組織を瞬時に熱変性壊死させるような治療法も考えられている（G. Valancien et. al: Progress in Urol. 1991, 1, 84-88, 米国特許明細書5150711号）。

【0012】この治療法では、従来のハイパーサーミアとは異なり、焦点近傍の限局した領域に非常に強い強度（数百〜数千W/cm²）の超音波が投入されるため、焦点近傍の狭い領域のみが瞬時に熱変性壊死させられる。

【0013】しかし、小さな焦点をスキャンしながら患部領域全体を焼灼する必要があるため、焦点の正確な位置決めが非常に重要となると考えられる。これに関する一つの解決法として、既に特開平5-253192号公報にて、MRIの化学シフトを利用した体内非侵襲感度分布画像化により術中の発熱点を計測する技術が知られている。

【0014】更に、超音波単独のシステムでも、特許第1851304号、特許第1821772号、特許第1765452号のものにおいては、治療用超音波の焦点領域からの反射波を検出して超音波画像上に表示する手法について開示している。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】以上のように、従来の超音波治療装置では、非常に鋭く焦点が絞られ、超音波エネルギーが強く集中するために、焦点領域では必要以上の超音波強度即ち発熱が発生するという問題点があった。

【0016】また、照射時間を考慮せずに焦点領域の超音波強度を低下させたとき、全体の治療時間が増加し、治療として非現実的になるという問題点があった。本発明の目的は、焦点組織に所望の熱変性を惹起し且つ注意領域を損傷させない最適な照射を実現できる、安全性の高い超音波治療装置を提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は、超音波発生源から照射された超音波を被検体治療部位に集束させて治療を行う超音波治療装置において、超音波焦点位置と注意領域位置との位置関係を与える手段と、この位置関係に基づき与えられる該超音波焦点位置及び注意領域位置での強度値の関数に従って、投入電力及び照射時間を決定する照射条件決定手段とを具備することを特徴とする。

【0018】また、前記照射条件決定手段は、前記焦点変性条件及び注意領域非変性条件をメモリに保存し、該メモリからデータを呼び出すことにより前記照射条件を算出し及び決定することを特徴とする。

【0019】さらに、本発明は、治療に先立って焦点変性条件及び注意領域非変性条件を算出して保存する手段を具備し、該保存した焦点変性条件及び注意領域非変性条件に基づき治療の際の前記照射条件を算出し及び決定することを特徴とする。

【0020】またさらに、前記設定された投入電力及び照射時間に対する必要インターバル時間を算出する手段を更に具備することを特徴とする。本発明における超音波治療装置では、照射条件として、焦点組織に所望の熱変性を惹起し且つ注意領域を損傷させないことが求められるところ、本発明によれば、照射時間を考慮した最適な超音波強度での照射が実現できるため、必要以上の焦点強度による副作用等の無く且つ治療時間内で最大限の効果を上げられる、安全であり且つ効率的な照射治療を実現できる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基いて説明する。図1は本発明にかかる超音波治療装置の一実施形態の構成を示すブロック図である。図1に示すように、アプリケーション1は、強力超音波を発生す

るピエゾ素子2、強力超音波を患者3に導くカップリング液4、カップリング膜5及び体内の断面画像を取得する超音波プロープ16より構成される。ピエゾ素子2は、治療用強力超音波を照射する1つ又は複数の素子からなる。

【0022】治療時には、まず患者3を図示しない搬送しない寝台に乗せて所定位置に固定する。そしてアプリケーション1を患者3体表に載せ、且つカップリング膜5を図示しない超音波ゼリー等を使用して体表6に接触させる。

【0023】位置決めの際には、アプリケーション1中央に挿入された超音波プロープ15により取得した患者3からの反射波信号をもとに超音波診断装置16によって患部（腫瘍）7を含む断面画像を再構成し、その再構成画像上にピエゾ素子2の超音波焦点8の位置をDSC17を介してCRT18上に重ねて表示する。

【0024】この画像上の焦点位置と患者3体内患部（腫瘍）7とを一致させるように、システムコントローラ9からの信号によりステージコントローラ19に命令を出し、該指示に従ってアプリケーション1を移動させるべくステージ20及びアーム21を制御し、位置決めを行う。

【0025】本実施形態では、図2に示すように、前記位置決めを完了した後に、コンソールパネル10上で患者体表位置他の注意領域の位置（照射に際して発熱等を起こしやすい危険領域の位置）を指定し（ステップS1）、該指定位置と焦点8位置との相対位置関係より、最適な照射条件設定をメモリ11より読み出し（ステップS2）、システムコントローラ9の指示のもと、アプリケーション1の移動及び照射制御を行う（ステップS3）。

【0026】ここで、照射制御は、メモリ11に記憶されている投入電力及び照射時間及びインターバル設定に従って、波発生回路12を駆動し、その信号をRFアンプ13にて増幅し、マッチング回路14を介してピエゾ素子2を励振することで行う。

【0027】前記実施形態では、超音波通過経路の注意領域の指定を、操作者によるコンソールパネル10からの入力情報に従って行ったが、例えば、体表等の位置は通過領域の一定輝度以上のハイエコー領域を画像処理及び自動抽出することで当該注意領域の指定を行ってもよい。

【0028】また、体表位置は、図示しないプローブ突出量エンコーダからのプローブ体表接触時の突出量情報より、取得及び算出してもよい。更には、アプリケーション1の接触位置の一般的解剖学的な位置関係より、治療深さの指定又は自動検出のみで照射条件を既定値として設定してもよい。

【0029】次に、図3に最適な照射条件設定のための基礎となる特性図を示す。図3の(a)は焦点領域での

熱変性及び細胞破壊の閾値を示す特性図であり、図3の(b)は超音波通過領域での注意領域組織の障害閾値を示す特性図である。

【0030】本実施形態では、注意領域に所望の熱変性を惹起し且つ通過領域組織に損傷を起こさないために、通過経路での減衰を考慮した焦点強度が最適変性条件範囲内に入っており、且つ、超音波通過領域が非変性条件内に入っている必要がある。各特性図の縦軸は減衰を考慮して投入電力に読み替えることで、1回の照射で投入可能な電力×照射時間の設定範囲として上限値及び下限値が求まる。

【0031】以下、照射条件設定を図3及び図4を参照して具体的に説明する。まず、患部7の位置と強力超音波通過領域内の注意領域の位置の絶対/相対位置関係から、ある投入電力値を設定したときの焦点強度 I_F 及び注意領域での超音波強度 I_{S1} が算出する(ステップT1)。これら焦点強度 I_F 及び超音波強度 I_{S1} の値を各特性図上で横に伸ばすと、焦点及び注意領域での照射可能時間(範囲)が求められる(ステップT2)。

【0032】ここで、 I_F 及び I_{S1} の値のAND条件を取ると、焦点組織に所望の熱変性を惹起し、且つ、注意領域を損傷させない照射時間条件が求まる(ステップT3)。この場合、投入電力を上げると、 I_F 、 I_{S1} 共に投入電力に比例して上昇し、照射時間条件の解がなくなる。

【0033】逆に、投入電力を下げると、AND領域は広がるが、照射時間が長くなり、実際の治療を考慮した場合に現実的では無くなる。従って、実際の治療に際して現実的な照射時間限界を考慮すると、設定投入電力×照射時間条件に上限値及び下限値が存在することが分かり、該上限値及び下限値を求める(ステップT4)。

【0034】尚、照射設定はどの値でも構わないが、例えば、1点での変性量をできるだけ多く確保するために、上限値を使用することとする。この設定方針を予め決定しておけば、自動的に投入電力と照射時間を決定できる。該決定の下で、波形発生回路12を駆動し、アプリケーション1から強力超音波を発生する。

【0035】ここで、注意領域での変性-非変性閾値は照射インターバル(時間)によって変動し、投入電力と照射時間が決定されれば、インターバル時間が決定される。 I_F と I_{S1} の相互の関係は、音源の集束度と周波数、焦点と注意領域との相対位置及び減衰との関係により決定され、ある関数で示される。その関数を予めメモリ11上に有しており、その値に基づいてシステムコントローラ9により計算を行うことで、前記手順に従って照射条件を決定できる。

【0036】本発明は、上述した実施形態に限らない。すなわち、先に述べた実施形態は、メモリ11に予め照射条件が記憶されている例であったが、本実施形態では、ステップU1として、メモリ11に記憶すべき照射

条件を、治療の実行(ステップU2)に先立つ求めるものである。治療の実行の後は、ステップU3にて終了、継続、照射条件の再設定となる。

【0037】また、先の実施形態では、設定範囲として一つの上限値と一つの下限値を用いたが、図6に示すように、上限値・下限値選択器100をシステムコントローラ9に設けて、一つの上限値101と、複数の下限値102a、102b、102cとをスイッチ103により、適宜選択して用いる構成としても良い。

【0038】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、照射時間を考慮した最適な超音波強度での照射が実現できるため、必要以上の焦点強度による副作用等が無く且つ治療時間内で最大限の効果を上げられる、安全且つ効率的な照射治療を実現できる超音波治療装置を提供できるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態の構成を示すブロック図。

【図2】本発明の第1の実施形態の動作を示す流れ図。

【図3】本発明の第1の実施形態における照射条件決定のための境界条件を示す図。

【図4】本発明の第1の実施形態における照射条件を設定する動作を示す流れ図。

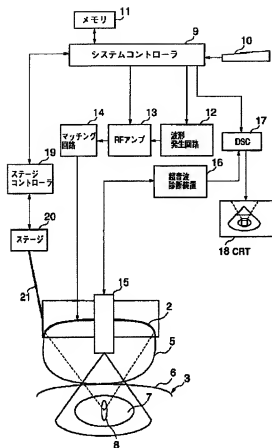
【図5】本発明の他の実施形態の構成を示す流れ図。

【図6】本発明の他の実施形態の構成を示すブロック図。

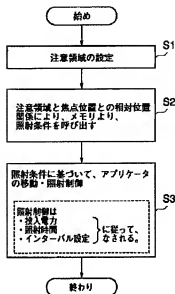
【符号の説明】

- 1 … アプリケータ
- 2 … ビエソ素子
- 3 … 患者
- 4 … カップリング液
- 5 … カップリング膜
- 6 … 体表
- 7 … 患部(腫瘍)
- 8 … 焦点
- 9 … システムコントローラ
- 10 … コンソールパネル
- 11 … メモリ
- 12 … 波形発生回路
- 13 … RFDアンパ
- 14 … インピーダンスマッチング回路
- 15 … 超音波プローブ
- 16 … 超音波診断装置
- 17 … デジタルスキャンコンバータ(DSC)
- 18 … CRT
- 19 … ステージコントローラ
- 20 … ステージ
- 21 … アーム

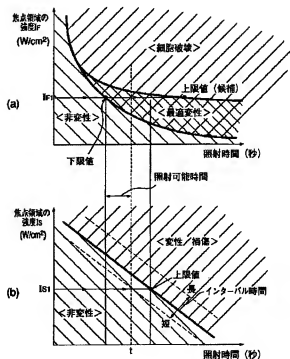
【図1】



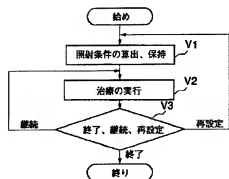
【図2】



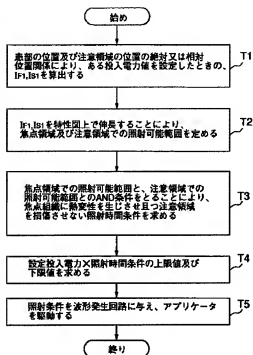
【図3】



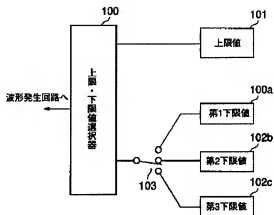
【図5】



【図4】



【図6】



フロントページの続き

F ターム(参考) 4C060 JJ25 JJ27 KK50 MM24 MM25
MM26 MM27
4C099 AA01 CA19 GA30 JA01 JA11
JA13 JA20 PA01 PA06